

Il linguaggio SQL: trigger

Sistemi Informativi T

Versione elettronica: [04.7.SQL.trigger.pdf](#)

DBMS attivi

- Un DBMS si dice **attivo** quando dispone di un sottosistema integrato per definire e gestire **regole**
- I **trigger** sono un caso specifico di regole di tipo **ECA** (**E**vento, **C**ondizione, **A**zione):

*Un trigger si attiva a fronte di un dato **evento** e, se sussiste una data **condizione**, allora esegue una data **azione***

```
CREATE TRIGGER EmpSalaryTooHigh
AFTER UPDATE OF Salary ON Employee           -- evento
REFERENCING NEW AS N OLD AS O
FOR EACH ROW
WHEN (N.Salary > (SELECT Salary FROM Employee -- condizione
                  WHERE EmpCode = N.EmpManager))
UPDATE Employee                                -- azione
SET Salary = O.Salary
WHERE EmpCode = N.EmpCode
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

2

I componenti di un trigger

- Un trigger fa sempre riferimento a una singola tabella (**target**)
`AFTER UPDATE OF Salary ON Employee`
- **Evento**: istruzione SQL di manipolazione dati (**INSERT, DELETE, UPDATE**)
`AFTER UPDATE OF Salary ON Employee`
- **Condizione**: predicato Booleano
`N.Salary > (SELECT Salary FROM Employee
WHERE EmpCode = N.EmpManager)`
- **Azione**: sequenza di una o più istruzioni SQL
`UPDATE Employee
SET Salary = O.Salary
WHERE EmpCode = N.EmpCode`
- Se sono presenti più istruzioni, vengono eseguite in maniera **atomica**:
`BEGIN ATOMIC
<istruzione 1>; <istruzione 2>;
END`

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

3

Perché i trigger

- I trigger vengono tipicamente usati per **gestire vincoli di integrità**, **calcolare dati derivati**, **gestire eccezioni**, ecc.
- In tutti i casi è bene evitare che il compito di mantenere il DB in uno stato consistente sia lasciato al controllo delle singole applicazioni
- Mediante i trigger è il sistema che si fa carico di garantire la consistenza del DB, sollevando quindi le applicazioni da tale onere e, al tempo stesso, prevenendo rischi di inconsistenze dovuti ad applicazioni mal progettate

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

4

Trigger: attivazione e granularità

- Un trigger può attivarsi prima (**BEFORE**) o dopo (**AFTER**) l'evento corrispondente:
 - i "before trigger" vengono usati per "condizionare" l'esito dell'operazione oppure per bloccarla segnalando errore
 - Gli "after trigger" servono a "reagire" alla modifica del DB mediante opportune azioni
- Nel caso di eventi che coinvolgano più tuple della tabella target, un trigger può essere attivato:
 - **Row trigger**: per ognuna di queste tuple (**FOR EACH ROW**)
 - Ad es. per controllare che tutti gli update siano legali
 - **Statement trigger**: solo una volta per la data istruzione (**FOR EACH STATEMENT**), di fatto lavorando in modo "aggregato"
 - Ad es. per contare quanti inserimenti sono stati eseguiti

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

5

Variabili e tabelle di transizione

- Un trigger ha spesso necessità di fare riferimento allo **stato del DB prima e/o dopo l'evento** (ad es. per verificare che il nuovo stipendio non sia maggiore di più del 20% di quello vecchio)
- A tale scopo si possono usare **2 variabili** e **2 tabelle di transizione**:
 - **OLD**: valore della tupla prima della modifica
 - **NEW**: valore della tupla dopo la modifica
 - **OLD_TABLE**: una ipotetica table che contiene tutte le tuple modificate, con i valori prima della modifica
 - **NEW_TABLE**: idem, ma dopo la modifica
- Non tutti i riferimenti hanno senso per tutti i tipi di eventi:
 - **OLD** e **OLD_TABLE** non hanno senso in caso di **INSERT**
 - **NEW** e **NEW_TABLE** non hanno senso in caso di **DELETE**
- Per usarli **bisogna dichiararli** con la clausola **REFERENCING**:

```
REFERENCING NEW AS NewEmployee  
NEW_TABLE AS NewEmpTable
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

6

Esempio di statement trigger

- Si vuole evitare che lo stipendio medio superi il valore di 1000

```
CREATE TRIGGER CheckSalariesUpdates
AFTER UPDATE OF Salary ON Employee
REFERENCING NEW_TABLE AS NewEmpTable
FOR EACH STATEMENT
WHEN ((SELECT AVG(Salary) FROM Employee) > 1000)
UPDATE Employee
SET Salary = 0.9*Salary
WHERE EmpCode IN (SELECT EmpCode FROM NewEmpTable)
```

- Serve anche un trigger analogo per gli inserimenti

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

7

Before trigger (1)

- I trigger di questo tipo sono tipicamente usati per far rispettare dei **vincoli di integrità**
- Un before trigger è necessariamente un **row trigger**, e può usare solo le variabili **NEW** e **OLD**
- Inoltre non può includere azioni che modifichino il DB (quindi non può nemmeno attivare altri trigger, come enfatizzato dal **NO CASCADE**, che volendo si può omettere), ad eccezione della tupla in esame

```
CREATE TRIGGER CheckEmpSalary
NO CASCADE BEFORE INSERT ON Employee
REFERENCING NEW AS NewEmp
FOR EACH ROW
WHEN (NewEmp.Salary > (SELECT Salary From Employee
                        WHERE EmpCode = NewEmp.EmpManager))
SIGNAL SQLSTATE '70000' ('Stipendio troppo elevato!')
```

- L'istruzione **SIGNAL** annulla gli effetti dell'evento che ha attivato il trigger

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

8

Before trigger (2)

- Le azioni di un before trigger possono essere:
 - **SELECT**
 - **SIGNAL**
 - **SET**: serve a modificare uno o più campi di una nuova tupla (**NEW**)
- Ad es. se si ha una business rule che impone di assegnare ad ogni nuovo impiegato lo stipendio minimo del suo dipartimento (e automaticamente anche il manager di quel dipartimento):

```
CREATE TRIGGER EmpMinSalary
NO CASCADE BEFORE INSERT ON Employee
REFERENCING NEW AS NewEmp
FOR EACH ROW
SET NewEmp.Salary = (SELECT MIN(Salary) FROM Employee
                     WHERE Dept = NewEmp.Dept),
  NewEmp.EmpManager = (SELECT MgrCode From Department
                      WHERE DeptCode = NewEmp.Dept)
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

9

Before trigger (3)

- I before trigger possono essere efficacemente usati per far rispettare **vincoli persi nella traduzione da schema concettuale a schema relazionale**
- Ad es. per i **vincoli di mutua esclusione**: se le matricole degli studenti iscritti devono essere distinte da quelle degli studenti Erasmus:

```
CREATE TRIGGER DisjointFromErasmus
NO CASCADE BEFORE INSERT ON StudIscritti
REFERENCING NEW AS NewStud
FOR EACH ROW
WHEN (EXISTS(SELECT * FROM StudErasmus E
              WHERE E.Matr = NewStud.Matr))
SIGNAL SQLSTATE '70000' ('Matricola già presente!')
```
- Analogo trigger per inserimenti in **StudErasmus**

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

10

After trigger

- Un after trigger può includere le seguenti azioni:
`SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE, SIGNAL`
- Un tipico esempio d'uso riguarda il **calcolo di dati derivati**:

```
FATTURE (NumFattura, Data, Importo)
VENDITE (NumFattura, CodProd, Quantita)
GIACENZE (CodProd, Qtaresidua, ScortaMinima)
-- aggiorna la quantità residua di tutti i prodotti venduti
-- inseriti in una nuova fattura
CREATE TRIGGER UpdateQtaResidua
AFTER INSERT ON Vendite
REFERENCING NEW AS NuovaVendita
FOR EACH ROW
UPDATE Giacenze
SET QtaResidua = Qtaresidua - NuovaVendita.Quantita
WHERE CodProd = NuovaVendita.CodProd
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

11

Trigger: attivazioni in cascata

- In generale ragionare con i trigger è complesso, in quanto si possono anche avere **attivazioni in cascata**:

```
GIACENZE (CodProd, Qtaresidua, ScortaMinima)
CARENZE (CodProd, QtaDaOrdinare)
-- se la giacenza di un prodotto è minore del minimo
-- provvede a inserire una tupla in CARENZE
CREATE TRIGGER InsertQtaDaOrdinare
AFTER UPDATE ON Giacenze
REFERENCING NEW AS NG
FOR EACH ROW
WHEN (NG.QtaResidua < NG.ScortaMinima)
INSERT INTO CARENZE
VALUES (NG.CodProd, NG.ScortaMinima-NG.QtaResidua)
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

12

Trigger: cicli

- Quando si ha attivazione in cascata è possibile avere anche **cicli infiniti**:

```
CREATE TRIGGER T1                CREATE TRIGGER T2
AFTER INSERT ON R                AFTER DELETE ON R
REFERENCING NEW AS N            REFERENCING OLD AS O
FOR EACH ROW                    FOR EACH ROW
DELETE FROM R                   INSERT INTO R
WHERE id = N.id                 VALUES (O.id, ...)
```

- I cicli si possono presentare **anche con un solo trigger** (ricorsivo, in quanto ri-attiva se stesso):

```
CREATE TRIGGER CheckSalariesWrong
AFTER UPDATE OF Salary ON Employee
FOR EACH ROW
WHEN ((SELECT AVG(Salary) FROM Employee) > 1000)
UPDATE Employee
SET Salary = 1.1*Salary
```

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

13

Costrutto IF ... THEN ...[ELSE...] END IF

- Un'azione può essere eseguita solo se sussiste una data condizione, ad es:

```
CREATE TRIGGER DisjointFromErasmus
NO CASCADE BEFORE INSERT ON StudIscritti
REFERENCING NEW AS NewStud
FOR EACH ROW
IF (EXISTS(SELECT * FROM StudErasmus E
            WHERE E.Matr = NewStud.Matr))
THEN SIGNAL SQLSTATE '70000' ('Matricola già presente!');
END IF
```

- La condizione può ovviamente anche inserirsi nella clausola WHEN
- Con l'IF si può spezzare una condizione composta in due parti:
 - parte "semplice" da valutare per il DBMS nel WHEN
 - parte "complessa" nell'IF
- Inoltre si può diversificare l'azione se si usa anche ELSE

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

14

Esempio di azioni alternative

- Il seguente trigger o segnala errore oppure provvede a completare la tupla dell'impiegato inserito:

```
CREATE TRIGGER DUEAZIONI
NO CASCADE BEFORE INSERT ON Employee
REFERENCING NEW AS N
FOR EACH ROW
IF (N.CodImp > 100) THEN
    SIGNAL SQLSTATE '80000' ('Codice invalido');
ELSE SET N.Salary = (SELECT MIN(Salary) FROM Employee
                     WHERE Dept = N.Dept);
END IF
```

- Notare i punti e virgola...

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

15

Attivazione di più trigger in DB2

- In DB2, se un evento attiva più trigger, questi vengono eseguiti rispettando l'ordine con cui sono stati definiti
- Se un trigger T1 attiva un trigger T2, DB2 sospende l'esecuzione di T1 e inizia a eseguire T2, il quale "vede" già gli eventuali effetti prodotti da T1
- Nel caso di attivazioni ricorsive, DB2 pone un limite massimo di 16 livelli di ricorsione

SQL: trigger

Sistemi Informativi T

16